

# NANOCOMPOSITES CARBÓN-ARCILLA DERIVADOS DE SACAROSA

M. DARDER, A. GÓMEZ-AVILES, P. ARANDA Y E. RUIZ-HITZKY

Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid, CSIC, Cantoblanco, 28049-Madrid

Los nanocomposites ecológicos o bio-nanocomposites constituyen un nuevo grupo de materiales híbridos organo-inorgánicos basados en la interacción, a escala nanométrica, de sólidos inorgánicos y polímeros de origen natural (Ruiz-Hitzky y col., 2005 y 2006). El objetivo de incorporar compuestos naturales en este tipo de materiales es el desarrollo de nanohíbridos que sean respetuosos con el medio ambiente y biocompatibles, además de presentar excelentes propiedades mecánicas y funcionales. Dentro de esta línea de investigación, se ha llevado a cabo la preparación de nanocomposites a partir de dos componentes abundantes, baratos y no tóxicos tales como las arcillas y la sacarosa (Darder y Ruiz-Hitzky, 2005). Mediante la aplicación de radiación microondas, tanto en un horno de MW convencional como en un equipo monomodal con radiación focalizada, se ha conseguido transformar la sacarosa en caramelo, la especie polimérica que interacciona con arcillas de tipo laminar (montmorillonita) o fibroso (sepiolita). En el caso de las arcillas esmectíticas, se produce una intercalación del caramelo en el espacio interlaminar a medida que la radiación provoca el proceso de polimerización, siendo conocida esta estrategia de síntesis como polimerización *in situ* de tipo intercalante (Fig. 1), mientras que en la sepiolita se produce un recubrimiento superficial por el polímero resultante. El empleo de radiación microondas en el desarrollo de estos nanocomposites caramelo-arcilla supone un gran ventaja, ya que reduce considerablemente el tiempo requerido para su preparación (Kingsston y Haswell, 1997; Varma, 1999).

Los materiales híbridos derivados de las arcillas pueden ser transformados a su vez en materiales carbón-arcilla mediante tratamiento térmico posterior en ausencia de oxígeno empleando un horno convencional. Con ello se

obtienen materiales carbonáceos provistos de la conductividad electrónica necesaria para diversas aplicaciones electroquímicas, de una forma más sencilla que la descrita por otros autores a partir de distintas especies orgánicas moleculares o poliméricas (Aranda y col., 2006; Bakandristos y col., 2004; Fernández-Saavedra y col., 2004; Kyotani y col., 1988). Tanto los nanocomposites intermedios caramelo-arcilla como los materiales carbón-arcilla resultantes de la etapa de pirólisis fueron caracterizados mediante las técnicas de análisis químico elemental, difracción de rayos X, espectroscopía IR, análisis térmico y termogravimétrico (TG-ATD), espectroscopía RMN de  $^{13}\text{C}$ , microscopía electrónica de barrido, adsorción de  $\text{N}_2$  (BET) y espectroscopía de impedancia electroquímica (EIS). Esta última técnica resulta muy útil para comprobar *in situ* el aumento de conductividad del material a medida que transcurre la etapa de pirólisis, es decir, mientras el nanocomposite caramelo-arcilla se va transformando en el correspondiente nanocomposite carbón-arcilla, como muestra la Figura 2. Uno de los aspectos más interesantes relacionados con estos nuevos materiales, es la posibilidad de tratar la arcilla en medio ácido dejando la base silícica disponible para una posterior funcionalización por anclaje de grupos orgánicos.

En resumen, se presenta aquí un método rápido y sencillo para la preparación de materiales carbonáceos basados en la polimerización de sacarosa mediante radiación microondas en presencia de diversas arcillas, seguido de un tratamiento térmico en ausencia de oxígeno. Los nanocomposites resultantes son materiales respetuosos con el medio ambiente, obtenidos a partir de compuestos de bajo coste y abundantes, que presentan propiedades funcionales adecuadas para su aplicación en como componentes electroactivos en diversos dispositivos electroquímicos como baterías recargables

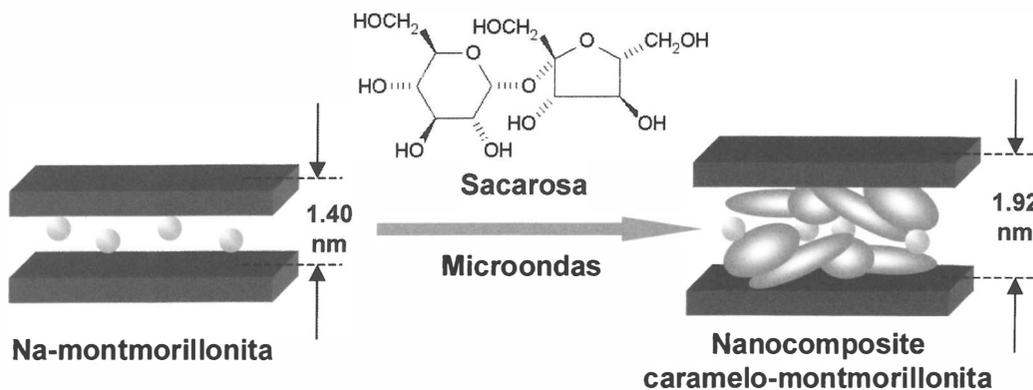


Figura 1: Preparación de nanocomposites caramelo-montmorillonita mediante polimerización *in situ* de sacarosa inducida por radiación microondas.

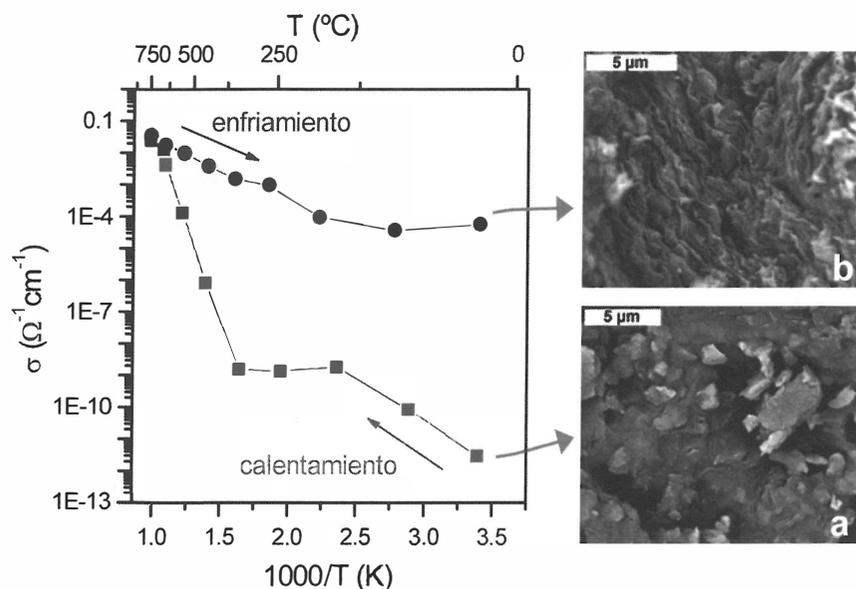


Figura 2: Aplicación de la Espectroscopía de Impedancia Electroquímica durante las etapas de calentamiento del nanocomposite caramelo-arcilla, desde  $25^{\circ}\text{C}$  hasta  $750^{\circ}\text{C}$ , y de enfriamiento. Imágenes obtenidas por microscopía electrónica de barrido del nanocomposite caramelo-arcilla de partida (a) y del nanocomposite carbón-arcilla obtenido al final del proceso (b).

de litio o nuevos sensores potenciométricos y biosensores amperométricos.

## REFERENCIAS

Aranda, P., Darder, M., Fernández-Saavedra, R., López-Blanco, M. y Ruiz-Hitzky, E. (2006). *Thin Solid Films*, 495, 104-112.

Bakandritsos, A., Steriotis, Th. y Petridis, D. (2004). *Chem. Mater.*, 16, 1551-1559.

Darder, M. y Ruiz-Hitzky, E. (2005). *J. Mater. Chem.*, 15, 3913-3918.

Fernández-Saavedra, R., Aranda, P. y Ruiz-Hitzky, E. (2004). *Adv. Mater.*, 14, 77-82.

Kingston, M. M. y Haswell, S. J. (1997). «Microwave-Enhanced Chemistry», ACS, Washington.

Kyotani, T., Sonobe, N. y Tomita, A. (1988). *Nature*, 331, 331-333.

Ruiz-Hitzky, E., Aranda, P. y Darder, M. (2006). «Polymer and Biopolymer-Layered Solid Nanocomposites: Organic-Inorganic Assembling in Two-Dimensional Hybrid Systems», en «Bottom-Up Nanofabrication: Supramolecules, Self-Assemblies, and Organized Films», K. Ariga, ed., American Scientific Publishers (en prensa).

Ruiz-Hitzky, E., Darder, M. y Aranda, P. (2005). *J. Mater. Chem.*, 15, 3650-3662.

Varma, R. S. (1999). *Green Chem.*, 1, 43-55.